

Schülervorstellungen zu Mikroorganismen und mikrobiellen Prozessen im Menschen¹

Christian Hörsch & Ulrich Kattmann

hoersch@gmx.de

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Biologie und Umweltwissenschaften,
Arbeitsgruppe Biologiedidaktik, Carl-von-Ossietzky Str. 9-11, 26111 Oldenburg

Zusammenfassung

Die Planung nachhaltigen Lernens im Biologieunterricht setzt die Kenntnis von Schülervorstellungen voraus. Die didaktische Rekonstruktion des Themenkomplexes „Mikroorganismen und mikrobielle Prozesse im Menschen“ soll über die Verknüpfung von Wissenschaftler- und Lernerperspektive zu einem fruchtbaren und nachhaltigen Lernen im Biologieunterricht führen. Im vorliegenden Artikel werden die Ergebnisse der Analyse der Interviews mit Schülerinnen und Schülern der siebten, elften und zwölften Klasse von Gymnasien präsentiert. Die Konzepte der Schülerinnen und Schüler werden mit anderen Untersuchungen zu Lernervorstellungen verglichen und erste Schlussfolgerungen für die Didaktische Strukturierung gezogen.

Abstract

The task of the study is to investigate students' and scientists' conceptions of microbes and microbial processes in context with the human body in order to obtain guidelines leading to an improved instruction about microbiology. The results of the analysis of the interviews with students of the grades 7, 11 and 12 of German Secondary School will be presented. Students' conceptions were identified and compared with other qualitative studies concerned with students' notions about microbes. First conclusions for the construction of instruction will be presented.

¹ Die Arbeit wird im Rahmen des Promotionsprogramms „Fachdidaktische Lehr- und Lernforschung: Didaktische Rekonstruktion“ der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg durch ein Georg-Christoph-Lichtenberg-Stipendium des Landes Niedersachsen gefördert.

1 Einleitung

Mikroorganismen sind allgegenwärtige Begleiter des menschlichen Lebens. Trotzdem ist der Mikrokosmos für Schülerinnen und Schüler nicht direkt erfahrbar. Empirische Untersuchungen von Lernervorstellungen zu Mikroorganismen geben Hinweise darauf, dass diese selbst nach einer unterrichtlichen Vermittlung nicht mit aktuellen Vorstellungen von Wissenschaftlern übereinstimmen (BAYRHUBER & STOLTE 1997; HILGE 1999; SIMONNEAUX 2000). Im Biologieunterricht scheint es bisher nicht zu gelingen, die Vorstellungen von Lernenden zu Mikroorganismen und mikrobiellen Prozessen im Menschen im Sinne der wissenschaftlichen Konzepte weiterzuentwickeln.

Für die Gesunderhaltung und einen verantwortungsvollen Umgang mit dem eigenen Körper sind Kenntnisse über Mikroben und mikrobielle Prozesse bedeutsam. Obwohl die Mikrobiologie eine elementare Rolle in der biologischen und medizinischen Forschung spielt, wird diesem Bereich im Biologieunterricht nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt.

Vor diesem Hintergrund werden in der Untersuchung im Forschungsrahmen des Modells der Didaktischen Rekonstruktion entsprechende Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern sowie von Fachwissenschaftlern (beide Geschlechter gemeint) erhoben und analysiert.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion

Schülervorstellungen können sich im Unterricht als lernhinderlich, aber auch als lernförderlich erweisen. Auch wenn sie sich nicht mit fachwissenschaftlichen Konzepten decken, sind sie für die Lernenden bedeutsam, weil sich ihre Erklärungskraft im Alltagsleben bewährt hat. Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern bilden den gedanklichen Raum, in dem Lernen und Verstehen geschieht.

Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (KATTMANN et al. 1997) trägt dem in besonderem Maße Rechnung, indem in ihm die Schülervorstellungen und die fachwissenschaftlichen Konzepte als gleichwertige Quellen für die Rekonstruktion des Unterrichtsgegenstandes herangezogen werden. Als Forschungsrahmen ist es dazu geeignet, auf die Frage einzugehen, wie das biologische Wissen über Mikroben mit der Lebenswelt, dem Vorwissen, den Anschauungen und Werthaltungen der Lernenden in Beziehung gesetzt werden kann, um nachhaltiges Lernen zu fördern. Dem Modell folgend werden die

Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler („Erhebung der Lernervorstellungen“) und der Fachwissenschaftler („Fachliche Klärung“) zum Thema „Mikroorganismen und mikrobielle Prozesse im Menschen“ erhoben und miteinander in Beziehung gesetzt. Die gemeinsame Ebene dieses wechselseitigen Vergleichs sind die Vorstellungen, die als Konzepte und Denkfiguren formuliert werden (GROPENGIEBER 2001). Das Zusammenbringen der Schülervorstellungen und fachwissenschaftlichen Vorstellungen ermöglicht innerhalb der Didaktischen Strukturierung die Rekonstruktion des Unterrichtsgegenstandes und die Entwicklung von Leitlinien für den Unterricht.

2.2 Die Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens

Die ursprünglich aus der Kognitionslinguistik stammende Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens wurde von GROPENGIEBER (2003) für fachdidaktische Zwecke modifiziert, um ein tiefer gehendes Verständnis von Vorstellungen zu erlangen. In einer Studie von RIEMEIER (2005) wurde die Theorie erstmals genutzt, um auch die Genese von Schülervorstellungen zu untersuchen und effektive Lernangebote zu entwerfen.

Nach der Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens gehen viele Vorstellungen auf grundlegende Erfahrungen mit unserem Körper und unserer Wahrnehmung in unserem physischen und sozialen Umfeld zurück. Diese Vorstellungen, die ohne Verwendung von Metaphern unmittelbar verstanden werden, nennt LAKOFF (1990, 206f., 267) verkörperte Vorstellungen. Bereiche, die nicht unmittelbar erfahren werden können, werden über Metaphern imaginativ erschlossen. Dabei werden verkörperte Vorstellungen aus einer direkt erfahrbaren Domäne (Ursprungsbereich) in einen Zielbereich (zum Beispiel den Mikrokosmos) projiziert (LAKOFF & JOHNSON 1980, 19f.). Die Metaphern sind in diesem Fall nicht nur sprachliche Mittel, sondern entsprechen unserem tatsächlichen Verständnis und Wissen.

Verkörperte Vorstellungen sind nicht willkürlich gruppiert, sondern bilden rekonstruierbare metaphorische Konstrukte. Die Zusammenstellung der einzelnen Metaphern verrät ein konsistentes Denk-, Wahrnehmungs-, Kommunikations- und Handlungsmuster. Es wird angenommen, dass die konzeptuellen Strukturen und Konstrukte bei Individuen kulturübergreifend übereinstimmen, weil sie auf grundlegenden Erfahrungen basieren. Es existieren aber auch Erfahrungen und damit kognitive Strukturen, die kulturspezifisch sind oder auch auf ein Individuum beschränkt bleiben (RIEMEIER 2005, 16).

3 Forschungsfragen

Unsere Lebenswelt reicht von der Haaresbreite bis zum Horizont (VOLLMER 1986). Mikroorganismen sind daher für Schülerinnen und Schüler nicht direkt erfahrbar, auf ihre Anwesenheit wird zumeist nur bei Erkrankungen und Verderben von Lebensmitteln geschlossen. In NAGYS Untersuchung (1953) zeigte sich bereits, dass Lernende den Mikrokosmos imaginativ erschließen. Die Grundschulkinder konnten in vielen Fällen Mikroben nicht zeichnerisch darstellen, identifizierten sie aber als Insekten, denen sie alltäglich begegneten. Andere Untersuchungen von Schülervorstellungen zum Mikrokosmos haben gezeigt, dass Lernende auch im Oberstufenalter die imaginativ gebildeten und oft von aktuellen Wissenschaftlermeinungen abweichenden Vorstellungen beibehalten (vgl. BAYRHUBER & STOLTE 1997; HILGE 1999).

In Anwendung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion und vor dem beschriebenen theoretischen Hintergrund ergeben sich für die Untersuchung folgende Fragen:

- Was stellen sich Schülerinnen und Schüler sowie Fachwissenschaftler unter Mikroorganismen vor?
- Welche Berührungspunkte und Beziehungen zwischen Mikroorganismen und menschlichem Organismus werden erwogen?
- Welche Vorstellungen werden zum Menschen als Lebensraum für Mikroben genannt?

4 Methodik

Da in der Untersuchung individuelle Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern sowie von Fachwissenschaftlern erhoben werden sollen, wurde ein qualitatives Vorgehen gewählt. Es geht also um die Qualität von persönlichen Denkstrukturen und um ein tieferes Verständnis von Vorstellungen und nicht um ihre Quantität. Aus diesem Grund wurden zur empirischen Erhebung von Schülervorstellungen problemorientierte, leitfadenstrukturierte Einzelinterviews durchgeführt. Die Interviews wurden losgelöst vom Schulkontext durchgeführt und dauerten im Schnitt eine Stunde. Es wurden Schülerinnen und Schüler der siebten und elften Jahrgangsstufe von Gymnasien interviewt. Die Elftklässler hatten teilweise bereits mikrobiologische, immunbiologische und zytologische Themen im Unterricht behandelt, wohingegen die Schülerinnen und Schüler der siebten Klasse diesen Themen im Biologieunterricht noch nicht begegnet waren. Die beiden Klassenstufen wurden ausgewählt, um eine große

Vielfalt von Vorstellungen auf verschiedenen Komplexitätsebenen zu erhalten. Ein repräsentativer Vergleich der beiden Klassenstufen wird nicht angestrebt.

Zur Auswertung der aufgezeichneten und transkribierten Interviews wurde eine modifizierte Form der Qualitativen Inhaltsanalyse (MAYRING 2000, modifiziert nach GROPPENGIEBER 2001) angewandt. Die Äußerungen der Interviewpartner wurden in den Einzelschritten Redigierung, Zusammenfassung und Explikation aufbereitet und ausgewertet. Schließlich wurden die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler im Schritt der Strukturierung als Konzepte und Denkfiguren formuliert.

Darüber hinaus wurden Interviews mit Elft- und Zwölftklässlern aus der Studie von HILGE (1999) zu einer ergänzenden Analyse herangezogen. Die Autorin hatte Interviews zu Mikroorganismen und mikrobiellen Prozessen durchgeführt, die Passagen mit Bezug zum menschlichen Organismus in ihrer Analyse jedoch ausgespart. Die Analyse dieser Interviews wurde nach der gleichen Methode in den oben beschriebenen Schritten durchgeführt. Die Aussagen der Interviewpartner wurden in der Redigierung komplettiert und in der Zusammenfassung nach den Schwerpunkten der Fragestellung dieser Untersuchung neu geordnet. In der Explikation und Strukturierung konnte im Teil „Vorstellungen zu Mikroorganismen“ auf die Ausführungen von HILGE zurückgegriffen werden, wobei Interpretationen kritisch hinterfragt und gegebenenfalls andere Deutungsmöglichkeiten gegenübergestellt wurden. Die Aussagen mit Bezug zum menschlichen Organismus wurden auf Grundlage des gesamten Interviews erstmalig analysiert und Konzepte und Denkfiguren herausgearbeitet.

Nach der Methode der qualitativen Inhaltsanalyse wurde auch in der Fachlichen Klärung vorgegangen. Sowohl aktuelle Quellen als auch wissenschaftshistorische Texte wurden untersucht. Die Analyse historischer Fachtexte kann zum besseren Verständnis sowohl der aktuellen Theorien als auch der erhobenen Schülervorstellungen beitragen. Zum einen, weil sie die Entwicklung der heutigen wissenschaftlichen Konzepte nachzeichnen und dabei verloren gegangene Sinnbezüge wiederherstellen. Zum anderen, weil ihre Analyse oft Primärerfahrungen als Ausgangspunkt wissenschaftlicher Theoriebildung identifiziert, die auch oft Grundlage von Schülervorstellungen sind (KATTMANN 1992). Zur Fachlichen Klärung werden Werke von FRACASTORO, PETTENKOFER, KOCH, POSTGATE und MADIGAN et al. herangezogen, deren Ergebnisse im vorliegenden Artikel jedoch nicht dargestellt werden.

Als Kontrollmaßnahme wurden die einzelnen Analyseschritte und Interpretationen innerhalb der Arbeitsgruppe Biologiedidaktik diskutiert. Die Ergebnisse der Analysen wurden mit denen anderer Untersuchungen verglichen.

5 Darstellung erster Ergebnisse

5.1 Mikroben sind Lebewesen wie Tiere und Menschen

Mikroben wurden in den Interviews als Lebewesen beschrieben, die sich ernähren, einen Stoffwechsel haben und sich vermehren. Schülerinnen und Schüler schrieben den Mikroben dabei Strukturen, Funktionen, Bedürfnisse und Verhaltensweisen zu, die Menschen und Tieren analog sind. Dies erscheint vor dem Hintergrund der Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens nicht überraschend. Die Interviews lassen vermuten, dass die Schülerinnen und Schüler über keinerlei direkte Erfahrungen mit Mikroorganismen verfügen. Daher greifen sie auf die Erfahrungen mit ihrem eigenen Körper und mit Tieren zurück. Die Erfahrungen aus dem makroskopischen, lebensweltlichen Ursprungsbereich „Mensch/Tier“ übertragen die Schülerinnen und Schüler in den mikroskopischen Zielbereich „Mikroorganismus“.

- Insektenartige Bakterien

Bakterien sind sehr kleine Tiere, die sich ernähren und vermehren. Sie sind mit Insekten vergleichbar, weil sie in Massen vorkommen, Dinge befallen und fleißig sind.

- Menschenähnliche Ernährung

Bakterien schaufeln die Nahrung in eine kleine Öffnung. Das Eingenommene kommt in den Magen, wo es verdaut wird.

- Vielzellige Organe

Bakterien haben vielzellige Verdauungs- und Ausscheidungsorgane wie höhere Organismen.

- Alles hat eine Aufgabe zu erfüllen

Jeder Stoff und jedes Lebewesen hat eine Aufgabe in der Natur, die es zu erfüllen versucht.

- Zielgerichtete Bewegung

Böse Bakterien bewegen sich im Körper zu den Stellen, an denen sie Unheil anrichten können.

Schülerinnen und Schüler begreifen Mikroben als kleinste Lebewesen, die sich bewegen und etwas bewirken. „Die müssen ja irgendwie leben, sonst könnten die ja gar nichts machen“, sagte Gereon aus der siebten Klasse. In ihrer Lebenswelt erfahren Schülerinnen und Schüler kleine Tiere wie Fliegen, Flöhe und Ameisen als Lebewesen, die oft kaum zu sehen sind und die doch Auswirkungen auf ihr Lebensumfeld haben. Verkörperte Erfahrungen werden in den Zielbereich „Mikroben“ übertragen. In der Kleinheit, der massenhaften Vermehrung und dem plötzlichen Auftreten werden Parallelen zwischen kleinen Tieren und Mikroben vermutet. Das metaphorische Verständnis von Mikroben als kleine Tierchen hat für die Lernenden eine hohe Erklärungskraft und kompensiert so ihr Erfahrungsdefizit im mikrokosmischen Bereich.

Auch im Zusammenhang mit der Ernährung von Mikroben greifen die Schülerinnen und Schüler auf verkörperte Vorstellungen zurück. Lebensweltlich erleben sie ihre Nahrungsaufnahme als „etwas zum Mund führen und in den Körper hineinstecken“. Diese verkörperte Erfahrung wird in den Zielbereich Mikrokosmos übertragen, so dass in den Schülervorstellungen auch Mikroben ihre Nahrung „innen“ verdauen. Der beschriebene Ablauf in den Mikroben entspricht oft den Abläufen in einem menschlichen beziehungsweise tierischen Organismus und bezieht vielzellige Organe mit ein. Es erscheint den Schülerinnen und Schülern dabei nicht als Widerspruch, dass in einem Einzeller vielzellige Organsysteme ausgebildet sein sollen.

Schülerinnen und Schüler erfahren sich selbst als planende und absichtvoll handelnde Personen, die Aufgaben und Ziele haben. Aufgrund dieser Selbsterfahrung werden auch Mikroben als zielbewusst Handelnde beschrieben, die ihre Funktionen und Aufgaben zu erfüllen hätten. Diese Aufgaben werden oft nur auf das Wohlergehen des Menschen hin bewertet. Die Mikrobe als Lebewesen tritt in diesem Zusammenhang in den Hintergrund, sie wird auf ihre Wirkung auf den Menschen reduziert.

Die Denkfigur „Mikroben sind Lebewesen wie Tiere und Menschen“ findet sich auch in anderen Untersuchungen. In einer Untersuchung von BAYRHUBER & STOLTE (1997) hielten Elftklässler Bakterien ebenfalls für kleine Tiere und NAGY erhob bereits 1953 mit Interviews, dass Kinder im Alter von fünf bis sieben Jahren Bakterien als Fliegen oder Ameisen ansehen. Deutlich weniger als die Hälfte der 16-jährigen israelischen Schülerinnen und Schüler in der Untersuchung von DREYFUS & JUNGWIRTH (1988) konnten sagen, dass ein Einzeller keine vielzelligen Organe haben kann. Auch in den Vermittlungsexperimenten von RIEMEIER (2005) äußerten Lerner der neunten Jahrgangsstufe

eines Gymnasiums die Vorstellung, dass die Nahrungsaufnahme und -verdauung bei Einzellern genauso wie beim Menschen geschieht.

5.2 Mikroben sind feindliche Eindringlinge

Wenn Schülerinnen und Schüler über Krankheiten und Krankheitserreger sprechen, dann sind ihre Äußerungen oft von einer Kampfmetaphorik geprägt. Sie übertragen die grundlegenden Erfahrungen eines Kampfes in den Zielbereich Krankheitserregung und Immunabwehr und erklären sich auf diese Weise ihre Körperfunktionen. Die Kampfmetaphorik bildet ein Konstrukt, das seinen festen Platz in unserer Alltagssprache hat. Wir sprechen vom „Angriff“ des neuen Vogelgrippevirus und der Ausdruck *Immunabwehr* beinhaltet bereits, dass der Körper sich gegen einen Angreifer verteidigen muss. Haben wir eine „angegriffene“ Gesundheit, dann ist unser Immunsystem zu „schwach“, um einer *Viren-attacke* oder der „Invasion“ von Bakterien standzuhalten. Der Körper „kämpft“ gegen die Krankheit an und wenn ein Patient wieder gesund wird, dann hat er „die Krankheit besiegt“.

- Feinde des Menschen

Schlechte Bakterien sind Krankheitserreger und Umweltschädlinge. Sie stehen mit dem Menschen in einem feindlichen Zusammenhang.

- Mikroben sind Eindringlinge

Bei einer Infektion dringen Mikroben über Wunden, die Atemwege oder mit der Nahrung in den Organismus und in die Zellen ein.

- Mikroben sind Störenfriede

Bakterien stören im Körper die Prozesse und geregelten Verhältnisse.

- Mikroben sind Angreifer

Mikroben greifen die Zellen und das Abwehrsystem an und zerstören sie.

- Keimfreier Mensch

Der gesundheitliche Idealfall wäre ein keimfreier Mensch.

Viele Schülerinnen und Schüler sehen es als die Aufgabe von Mikroben an, den Menschen und andere Lebewesen krank zu machen. In der als Kampf verstandenen Erkrankung werden die Mikroben als Angreifer charakterisiert, die von außen in den menschlichen Organismus eindringen, Prozesse stören und Zellen schädigen. Dabei übertragen die Schüler ihr lebensweltliches Verständnis von einem Angreifer auf den Mikroorganismus. Angreifer sind auch auf der

Makroebene immer Andere, die die Privatsphäre oder das gewohnte Umfeld penetrieren. Die verkörperte Vorstellung vom Kampf enthält auch Gewinner und Verlierer, was auf der Ebene des Mikrokosmos zur Schädigung oder gar Vernichtung der einen oder der anderen Seite führt. Hierbei werden Mikroorganismen als Feinde personifiziert, die gezielt handeln und bewusst dem Menschen schaden wollen.

Mit der Vorstellung von der Mikrobe als Eindringling ist auch das Bild vom menschlichen Organismus als abgeschlossene Einheit verbunden. Daraus folgern manche Schülerinnen und Schüler, dass normalerweise keine Mikroorganismen in den Körper eindringen würden und somit im Idealfall der Mensch keimfrei sei.

In den meisten Untersuchungen von Lernervorstellungen zu Mikroorganismen wurde festgestellt, dass Mikroben vornehmlich als Krankheitserreger charakterisiert werden. Bereits die Grundschulkinder in der Studie von NAGY (1953) beschrieben, dass Keime den Menschen krank machen und schädigen, wenn sie in den menschlichen Organismus gelangen. SIMONNEAUX & BOURDON (1998) haben in ihrer Interviewstudie mit 16-Jährigen ebenfalls die Kampfmetaphorik festgestellt. Ihre Probanden verstanden Mikroben als Eindringlinge, die vom Körper als Fremdkörper abgestoßen würden. Sie führen die Vorstellung auf Erfahrungen mit zum Beispiel Streitereien und Ausgrenzungen auf dem Schulhof zurück, sehen den Ursprung aber auch in einer falsch verstandenen Hygieneerziehung.

5.3 Mikroben sind helfende Organismenbestandteile

Mikroben werden von den Schülerinnen und Schülern je nach Auswirkung auf den Körper als schlecht oder gut bezeichnet. Schlechte Mikroben würden vornehmlich von außen in den Körper eindringen und seien krankmachende Fremdkörper. Gute Mikroben hingegen verstehen die Lernenden als natürliche Bestandteile des Organismus, die im menschlichen Organismus selbst gebildet werden oder auch über gesunde Nahrung oder Medikamente zugeführt werden.

- Gute Bakterien gehören zum Körper

Gute Bakterien sind von Anfang an Bestandteile des menschlichen Organismus.

- Gute Bakterien helfen bei der Verdauung

Gute Bakterien helfen im Magen und im Darm bei der Verarbeitung, Zersetzung und Filterung des Essens.

- Abwehrbakterien helfen gegen Krankheiten und ihre Erreger

Abwehrbakterien sind gute Bakterien, die die schlechten Bakterien in unserem Körper bekämpfen.

- Gute Bakterien entgiften den Körper

Gute Bakterien entsorgen in Darm und Niere die Gifte.

Wie bereits erwähnt werden Mikroorganismen als Lebewesen gedacht, die etwas bewirken können. Viele Schülerinnen und Schüler sehen Mikroben als treibende Kraft hinter Prozessen, die zum Beispiel etwas mit Zersetzung zu tun haben. Die Lernenden scheinen ihre verkörperte Vorstellung von agierenden Lebewesen in den Zielbereich biochemischer Reaktionen zu übertragen, um sich die Lebensprozesse des Körpers zu erklären. Ihre Vorstellungen von Mikroben als Zersetzer und Entgifter könnten dabei auf Unterrichtsinhalte im Biologieunterricht zurückgehen. Mikroben werden dort vornehmlich als Destruenten charakterisiert. In Kläranlagen sind Mikroben als Zersetzer organischen Materials beteiligt, was von Schülerinnen und Schülern als Entgiftungsvorgang verstanden werden kann. In Bezug auf den menschlichen Organismus haben einige Lernende die Vorstellung von einer „Bakterienphysiologie“ des menschlichen Körpers entworfen, bei der Bakterien im Magen, Darm und Mund die Verdauungsprozesse und in Leber und Niere die Entgiftungsprozesse steuern und ermöglichen.

Entsprechend wird in mehreren Interviews auch das Immunsystem als aus Bakterien bestehend beschrieben. In der Metaphorik des Kampfes ist das Immunsystem der Verteidiger des Körpers und lässt die „schlechten“ Mikroben im Organismus verschwinden. Das Entfernen von Krankheitserregern lässt sich in der Vorstellung vieler Schülerinnen und Schüler gut als die von Mikroben gesteuerten Prozesse der Zersetzung und Entgiftung erklären, zumal in vielen Interviews die „schlechten“ Mikroben als Behälter für Giftstoffe beschrieben werden. Die Vorstellung von Abwehrbakterien kann auch auf der Beschreibung immunkompetenter Zellen im Schulunterricht und in den Medien beruhen. Die Lebensweise von so genannten Killerzellen, Makrophagen oder Fresszellen erinnern Schülerinnen und Schüler an einzellige kleine Lebewesen wie Bakterien. Die Zellen des Immunsystems scheinen sich wie Bakterien im Körper zu bewegen, sich zu ernähren und einer Aufgabe nachzukommen. Die Vorstellung von den Abwehrbakterien wird durch Produkte wie „Actimel“ bestärkt, in deren Werbung Bakterien als Stärkung der Abwehrkräfte beworben werden, die bildlich als Kämpfer dargestellt Krankheitserreger zerschlagen.

Auch BAYRHUBER & STOLTE (1997) fanden in ihren Interviews die Schülervorstellung, dass Mikroben als Zersetzer im Magen und Darm des Menschen vorkommen und für den Menschen nützlich sind. Die Vorstellungen der Befragten zum Immunsystem wurden von ihnen als allgemein korrekt beschrieben, was sich auf Grundlage der in dieser Studie untersuchten Interviews so nicht bestätigt.

5.4 Der Mensch als Lebensraum für Mikroben

Die Befragten beschrieben Mikroorganismen oft verbunden mit gewissen naturgegebenen Aufgaben, deren Erfüllung das Wohlergehen des Menschen positiv wie negativ beeinflussen kann. Hierbei werden die Mikroben aus einer anthropozentrischen Perspektive betrachtet und kommen als eigenständige Lebewesen dann nur wenig zu Geltung. Andere Schülerinnen und Schüler stellen die Beziehungen zwischen Mikrobe und Mensch aber auch explizit in den Kontext mikrobieller Lebensprozesse.

- Organismen und ihre Körperzellen als optimale Nahrungsquelle
Mikroben können sehr gut in Organismen leben, indem sie sich von den Körperzellen ernähren.
- Krankheitserregung als Nebeneffekt mikrobieller Lebensprozesse
Mikroben ernähren sich von den Körperzellen, wodurch Krankheitsbilder entstehen.
- Nahrungsgrundlage für gute Bakterien
Gute Bakterien ernähren sich von den Sachen, die sie im Körper beseitigen.

Die von Mikroben veranlassten Zersetzungsprozesse hängen für Schülerinnen und Schüler mit der mikrobiellen Ernährung zusammen. Mit Zersetzung und Abbau verbinden sie die Formveränderung, Zerstörung und das teilweise Verschwinden von Materialien. Die Zerstörung oder das Verschwinden von Materialien im menschlichen Organismus, die die Mikroben als Nahrung verbrauchen, kann in den Schülervorstellungen positive wie negative Folgen haben. Wenn sich die Mikroben von den Nährstoffen und Zellen im Körper ernähren, führen sie im Menschen zu Nährstoffmangel, Gewebeschäden und Krankheit. Ernähren sich die Mikroben jedoch von Giftstoffen im Körper, dann hat das positive Auswirkungen für den Menschen. Die Schülerinnen und Schüler betrachten in diesen Fällen vornehmlich die Mikroorganismen und ihre

Lebensweise und verstehen die Auswirkung auf den menschlichen Organismus als eher zufälligen Nebeneffekt.

SIMONNEAUX (2000) berichtet von der Schülervorstellung, dass Viren sich von Körperzellen ernähren und sich dadurch weiter vermehren.

6 Schlussfolgerungen für die Didaktische Strukturierung

Die ersten Assoziationen von vielen Schülerinnen und Schülern zu Mikroorganismen sind Krankheiten. Mikroorganismen werden im Alltagsleben, in den Medien und auch im Biologieunterricht vornehmlich im Kontext von Infektionskrankheiten und Immunabwehr besprochen. Die Vorstellung, dass Bakterien Angreifer und die Krankheit ein Kampf sei, wird durch die in Richtlinien vorgeschlagenen Unterrichtseinheiten, z. B. „Menschen verbünden sich mit Pilzen im Kampf gegen Bakterien“ (NIEDERSÄCHSISCHES KULTUSMINISTERIUM 1999), noch verstärkt. Die Reduzierung von Mikroorganismen auf Krankheitserreger wird den wissenschaftlichen Erkenntnissen über Mikroben als eigenständige Lebewesen mit vielfältigen Lebensprozessen nicht gerecht.

Im Modell der Didaktischen Rekonstruktion werden die Schülervorstellungen als möglicher Ausgangspunkt des Unterrichts herangezogen. Viele Schülerinnen und Schüler stellen sich Mikroben als Lebewesen vor, die dem Menschen und anderen höheren Organismen in Aufbau und Lebensweise ähneln. Die Eigenheiten und Gemeinsamkeiten von Menschen und Mikroben als Lebewesen sollten diskutiert werden, wobei Anthropomorphien und teleologische Erklärungen im Unterricht auch als Verständnisbrücken dienen können, wenn sie als Ansatzpunkte zu einem metaphorischen Verständnis verstanden werden (vgl. KATTMANN 2005). Schüler sollten über diese Erklärungsmuster reflektieren und sich derer bewusst werden.

Es stellt eine didaktische Herausforderung dar, die mikrobiellen Auswirkungen auf den menschlichen Organismus zu lehren und zu lernen, ohne den Mikroben ein Bewusstsein oder eine böse Absicht zu unterstellen. Ein Schlüssel dazu kann ein vertieftes Wissen über Mikroorganismen als Lebewesen sein. Der Mensch sollte entsprechend als vielfältiger Lebensraum für Mikroben aufgezeigt werden, der in gewissen Bereichen dauerhaft und notwendigerweise von Mikroben besiedelt und in anderen Gebieten – abgesehen von Krankheitsfällen – frei von Mikroben ist. Dabei sollten die Anforderungen der Mikroben an den Lebensraum Mensch und die Auswirkungen auf diesen deutlich werden.

Somit können die Schülerinnen und Schüler Mikroben aus einer neuen Perspektive betrachten: Mikroben sind keine auf den Menschen „angesetzte“

Krankheitserreger, sondern Lebewesen, die über ihre Lebensprozesse eher zufällig Auswirkungen auf ihren Lebensraum haben. Bakterien sind keine Verteidiger des Menschen, sondern konkurrieren erfolgreich gegen andere vermeintlich krankheitserregende Mikroben um den Lebensraum Mensch. Vom menschlichen Standpunkt aus können diese Auswirkungen als positiv oder negativ beschrieben werden, auf der Ebene der Mikroben bleiben es jedoch eigenständige Lebensprozesse.

Literatur

- BAYRHUBER, H. & S. STOLTE (1997): Schülervorstellungen von Bakterien und Konsequenzen für den Unterricht. In: H. BAYRHUBER, U. GEBHARD, K.-H. GEHLHAAR, D. GRAF, H. GROPENGEIßER, U. HARMS, U. KATTMANN, R. KLEE & J.C. SCHLETTER [Hrsg.]: Biologieunterricht und Lebenswirklichkeit. IPN, Kiel. 311-315.
- DREYFUS, A. & E. JUNGWIRTH (1989): The pupil and the living cell: A taxonomy of dysfunctional ideas about an abstract idea. *Journal of Biological Education* **23** (1), 49-55.
- GROPENGEIßER, H. (2001): Didaktische Rekonstruktion des Sehens. Wissenschaftliche Theorien und die Sicht der Schüler in der Perspektive der Vermittlung. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion. 2. Aufl., Didaktisches Zentrum, Oldenburg.
- GROPENGEIßER, H. (2003): Lebenswelten, Denkwelten, Sprechwelten. Wie man Schülervorstellungen verstehen kann. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion, Bd. 4. Didaktisches Zentrum, Oldenburg.
- HILGE, C. (1999): Schülervorstellungen und fachliche Vorstellungen zu Mikroorganismen und mikrobiellen Prozessen – ein Beitrag zur Didaktischen Rekonstruktion. Didaktisches Zentrum, Oldenburg.
- KATTMANN, U. (1992): Originalarbeiten als Quellen didaktischer Rekonstruktion. *UB* **16** (174), 46-49.
- KATTMANN, U., R. DUIT, H. GROPENGEIßER & M. KOMOREK (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *ZfDN* **3** (3), 3-18.
- KATTMANN, U. (2005): Lernen mit anthropomorphen Vorstellungen. *ZfDN* **11**, 165-174.
- LAKOFF, G. & M. JOHNSON (1980): *Metaphors we live by*. The University of Chicago Press.
- LAKOFF, G. (1990): *Women, Fire and Dangerous Things. What Categories Reveal about the Mind*. University of Chicago Press.
- MAYRING, P. (2000): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 7. Aufl., Deutscher Studienverlag, Weinheim.
- NAGY, M.H. (1953): The Representation of „Germs“ by Children. *Journal of Genetic Psychology* **83**, 227-240.
- Niedersächsisches Kultusministerium (1999): *Rahmenrichtlinien für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe. Biologie*. Schroedel, Hannover.
- RIEMEIER, T. (2005): *Biologie verstehen: Die Zelltheorie*. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion, Bd. 7. Didaktisches Zentrum, Oldenburg.
- SIMONNEAUX, L. & A. BOURDON (1998): Antigen, antibody, antibiotics, ... Anti-what? What did you say that was? In: H. BAYRHUBER & F. BRINKMAN [Hrsg.]: *What-Why-How? Research in Didaktik of Biology*. IPN, Kiel. 233-242.
- SIMONNEAUX, L. (2000): A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with "microbes", as a contribution to research in biotechnology education. *International Journal of Science Education* **22** (6), 619-644.
- VOLLMER, G. (1986): *Was können wir wissen? Bd. 2. Die Erkenntnis der Natur*. S. Hirzel, Stuttgart.

